

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1017 U.S. PTO
10/043127
01/14/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-030775

出 願 人

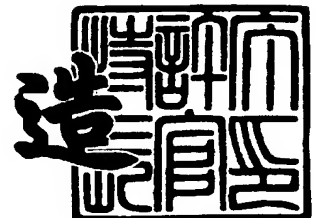
Applicant(s):

旭光学工業株式会社

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092604

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP00053

【提出日】 平成13年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 9/07

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク 1 - 1 - 1 0
札幌市エレクトロニクスセンター 3 1 3 号室 旭光学
工業株式会社ペンタックステクノロジー札幌内

【氏名】 阿部 紳聡

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像補間装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水平方向にレッド（R）とグリーン（G）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 1 の列と、この第 1 の列の上下側に隣接し、水平方向に G とブルー（B）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 2 の列とから構成されるカラーフィルタと、

前記各カラーフィルタ要素に対応した画素信号である R、G、B 信号を生成する撮像素子と、

前記撮像素子によって生成された R、G、B 信号から、 2×2 の画素マトリクスにおいて左上に R 信号が位置する第 1 パターンと、右上に G 信号が位置する第 2 パターンと、左下に G 信号が位置する第 3 パターンと、右下に B 信号が位置する第 4 パターンとにそれぞれ属する画像を抽出するパターン設定手段と、

前記第 1 および第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の G 信号を利用して G 信号を求める G 補間処理手段と、

前記第 2 および第 3 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の R および B 信号を利用して R および B 信号を求める R/B 補間処理手段と、

前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、B 信号を求める B 補間処理手段と、

前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、R 信号を求める R 補間処理手段と

を備えることを特徴とする画像補間装置。

【請求項 2】 前記 G 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 3】 前記 R/B 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記

第 1 および第 4 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 4】 前記 B 補間処理手段および前記 R 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 5】 前記 B 補間処理手段および R 補間処理手段が、前記隣接する画素における G 信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 6】 前記 B 補間処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 C_b , C_r が前記類似画素の色差信号 C_b , C_r にそれぞれ等しいと仮定して前記 B 信号を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 7】 前記 R 補間処理手段が、前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 C_b , C_r が前記類似画素の色差信号 C_b , C_r にそれぞれ等しいと仮定して前記 R 信号を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 8】 前記 B 補間処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の R 信号と前記類似画素の色差信号 C_b , C_r を用いて、前記 B 信号を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 9】 前記 B 補間処理手段が、下記式に従って前記 B 信号を求めることを特徴とする請求項 8 に記載の画像補間装置。

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$b = 1.293 \times R(x, y) + 2.293 \times C_b - 1.812 \times C_r$$

ただし、 $R(x', y')$, $G(x', y')$, $B(x', y')$ は前記類似画素の R, G, B 信号、 $R(x, y)$ は第 1 パターンに属する画像の画素の R 信号、 b は前記 B 補間処理手段により求められる前記第 1 パターンに属する画像の画素の B 信号である。

【請求項 10】 前記 R 補間処理手段が、前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の B 信号と前記類似画素の色差信号 C_b , C_r を用いて

、前記 R 信号を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 1 1】 前記 R 補間処理手段が、下記式に従って前記 R 信号を求めることを特徴とする請求項 1 0 に記載の画像補間装置。

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$r = 0.773 \times B(x, y) - 1.773 \times C_b + 1.401 \times C_r$$

ただし、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素の R、G、B 信号、 $B(x, y)$ は第 4 パターンに属する画像の画素の B 信号、 r は前記 R 補間処理手段により求められる前記第 4 パターンに属する画像の画素の R 信号である。

【請求項 1 2】 前記 B 補間処理手段が、前記隣接する画素における G 信号および R 信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 1 3】 前記 R 補間処理手段が、前記隣接する画素における G 信号および B 信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばデジタルカメラにおいて、カラー画像の画質を向上させるために設けられる画像補間装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来デジタルカメラにおいて、カラー画像を検出するために、CCD等の撮像素子の前面にベイヤー配列のカラーフィルタを設けたものが知られている。このカラーフィルタは、レッド(R)、グリーン(G)およびブルー(B)の各カラーフィルタ要素を市松模様に配列して構成され、これらのカラーフィルタ要素は撮像素子のフォトダイオードにそれぞれ対応している。したがってフォトダイオードにより、各カラーフィルタ要素に対応した色の画素信号が生成され、例えばRのカラーフィルタ要素に対応したフォトダイオードによりRの画素信号が生成

される。

【 0 0 0 3 】

撮像素子から出力された画素信号をそのまま用いるよりも高画質のカラー画像を表示するため、画素信号に対して補間処理を施すことがある。通常の補間処理では、フォトダイオードによってR信号が得られた画素に対しては、その周囲に位置する画素のG信号の相加平均をとることによってG信号が生成され、また、その周囲に位置する画素のB信号の相加平均をとることによってB信号が生成される。ところが、例えば空間周波数の高い画像において、補間処理によって求めようとしている画素の実際の色とその周囲の画素の実際の色とが大きく異なることがあり、このような場合、補間処理により得られた画素の色信号の値によって、再生画像に色にじみが生じる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

したがって本発明は、補間処理によって再生画像に色にじみが生じることを減少させることを目的としている。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る画像補間装置は、カラーフィルタとパターン設定部とG補間処理手段とR／B補間処理手段とB補間処理手段とR補間処理手段を備えている。

カラーフィルタは、水平方向にレッド（R）とグリーン（G）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第1の列と、この第1の列の上下側に隣接し、水平方向にGとブルー（B）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第2の列とから構成される。

撮像素子は、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号を生成する。パターン設定手段は、撮像素子によって生成されたR、G、B信号から、2×2の画素マトリクスにおいて左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置する第4パターンとにそれぞれ属する画像を抽出する。G補間処理手段は、第1および第4パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のG信号を利用してG信号を求める。R／B補間処理手段は、第2お

よび第3パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のRおよびB信号を利用してRおよびB信号を求める。B補間処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の色差信号C_b、C_bに基づいて、B信号を求める。R補間処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の色差信号C_b、C_rに基づいて、R信号を求める。

【0006】

G補間処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。R/B補間処理手段において、隣接する画素は第1および第4パターンに属する画像に含まれる。B補間処理手段およびR補間処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。

【0007】

B補間処理手段およびR補間処理手段は、好ましくは、隣接する画素におけるG信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出する。類似画素の色合いが補間処理によって求めようとしている画素の色合いに近いと推定することにより、色にじみが減少する。

【0008】

B補間処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号C_b、C_rが類似画素の色差信号C_b、C_rにそれぞれ等しいと仮定してB信号を求めてもよい。同様にR補間処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号C_b、C_rが類似画素の色差信号C_b、C_rにそれぞれ等しいと仮定してR信号を求めてもよい。

【0009】

B補間処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のR信号と類似画素の色差信号C_b、C_rを用いて、B信号を求めてもよい。これにより、さらに色にじみを減少させることが可能になる。この場合、B補間処理手段は例えば下記式に従ってB信号を求める。

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$b = 1.293 \times R(x, y) + 2.293 \times C_b - 1.812 \times C_r$$

ただし、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素のR、G、B信号、 $R(x, y)$ は第1パターンに属する画像の画素のR信号、 b は補間処理手段により求められる第1パターンに属する画像の画素のB信号である。

【0010】

R補間処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のB信号と類似画素の色差信号 C_b 、 C_r を用いて、R信号を求めてもよい。この場合、R補間処理手段は例えば下記式に従ってR信号を求める。

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$r = 0.773 \times B(x, y) - 1.773 \times C_b + 1.401 \times C_r$$

ただし、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素のR、G、B信号、 $B(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のB信号、 r はR補間処理手段により求められる第4パターンに属する画像の画素のR信号である。

【0011】

B補間処理手段は、隣接する画素におけるG信号およびR信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。また、R補間処理手段は、隣接する画素におけるG信号およびB信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラ10の概略的な構成を示している。

【0013】

撮影レンズ11の後方には撮像素子であるCCD12が配設され、CCD12の受光面にはカラーフィルタ13が設けられている。すなわち撮影レンズ11によって得られた被写体Sの光学像がCCD12の受光面に結像され、CCD12

のフォトダイオードには、被写体像を構成するカラーの画素信号が発生する。画素信号はCCD 12から読み出され、A/D変換器14においてデジタル信号に変換される。そして画素信号はホワイトバランス調整回路15においてホワイトバランス調整を施され、画像メモリ16に格納される。

【0014】

画素信号は画像メモリ16から読み出され、パターン設定部17に入力される。パターン設定部17では、後述するように、所定の配列パターンを構成する画素信号が全画素信号の中から抽出され、第1、第2、第3および第4パターンに分類される。補間処理部18では、パターン設定部17において抽出された画素信号がそのパターンに応じた補間処理を施される。補間処理部18から出力された、補間後の画素信号はメモリカード等の記録媒体Dに記録される。なおホワイトバランス調整回路15は、A/D変換器14の後段ではなく、補間処理部18の後段に設けられてもよい。

【0015】

図2はカラーフィルタ13におけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部17において抽出される、各パターンに属する画像の画素信号とを示している。カラーフィルタ13は、ベイヤー配列に従って配置されたレッド(R)、グリーン(G)およびブルー(B)のカラーフィルタ要素から構成される。すなわちカラーフィルタ13は、水平方向にRとGのカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第1の列13aと、この第1の列13aの上下側に隣接し、水平方向にGとBのカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第2の列13bとから構成され、CCD12では、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号が生成される。

【0016】

カラーフィルタ13は、左上にR、右上と左下にG、右下にBのカラーフィルタ要素が配置された2×2の画素マトリクスM1に区画される。パターン設定部17では、CCD12によって生成されるR、G、B信号から、画素マトリクスM1において左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置

する第4パターンとにそれぞれ属する画像が抽出される。

【0017】

パターン設定部17において、第1パターンは、C言語で表わされた論理式（1）に従って、1つの画像を構成する全ての画素信号から抽出される。

$$!(x \% 2) \ \&\& \ !(y \% 2) \quad (1)$$

なお論理式（1）において、「x」と「y」は画像の左隅を原点とする横座標と縦座標をそれぞれ示す。すなわち、左隅のR信号の座標は(0,0)その右隣のG信号の座標は(1,0)である。また論理式（1）において、「!」は論理否定、「%」は剰余、「&&」は論理積を示す。したがって論理式（1）によれば、x座標とy座標がともに偶数である画素信号（すなわちR信号）から成る画像が抽出される。

【0018】

同様に、第2パターン、第3パターンおよび第4パターンは、論理式（2）、（3）

および（4）に従って抽出される。

$$(x \% 2) \ \&\& \ !(y \% 2) \quad (2)$$

$$!(x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (3)$$

$$(x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (4)$$

【0019】

図3～図9を参照して補間処理部18における処理を説明する。図3は、画像メモリ16に格納された、1つの画像を構成する画素の座標と色を示している。補間処理部18では、後述するように、G補間処理ルーチン（図4）と、R/B補間処理ルーチン（図5）と、B補間処理ルーチンと（図7、8）、R補間処理ルーチン（図9）とが実行される。これらの補間処理ルーチンにおいて、補間によって画素データを求めようとしている対象画素の座標は(x,y)である。

【0020】

図4はG補間処理ルーチンのフローチャートである。G補間処理ルーチンでは、第1および第4パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

【0021】

ステップ 1 0 1 では、対象画素の左側に隣接する画素の G 信号である $G(x-1, y)$ と右側に隣接する画素の G 信号である $G(x+1, y)$ との差の絶対値が、対象画素の上側に隣接する画素の G 信号である $G(x, y-1)$ と下側に隣接する画素の G 信号である $G(x, y+1)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。対象画素の座標が (2, 2) である場合（すなわち第 1 パターンの画像）を例にとって説明すると、対象画素は $R(2, 2)$ であり、ステップ 1 0 1 では $|G(1, 2) - G(3, 2)|$ が $|G(2, 1) - G(2, 3)|$ よりも小さいか否かが判定される。

【 0 0 2 2 】

なお対象画素が第 1 パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち R 信号であるとき、その左右に隣接する画素は第 2 パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第 3 パターンに含まれる。一方、対象画素が第 4 パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち B 信号であるとき、その左右に隣接する画素は第 3 パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第 2 パターンに含まれる。

【 0 0 2 3 】

ステップ 1 0 1 において、対象画素の左右に隣接する画素信号の差の絶対値の方が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さいと判定されたとき、ステップ 1 0 2 が実行され、左右に隣接する画素信号である $G(x-1, y)$ と $G(x+1, y)$ の相加平均が、対象画素の G 信号 g として求められる。これに対して、対象画素の左右に隣接する画素信号の差の絶対値が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さくないと判定されたとき、ステップ 1 0 3 において、上下に隣接する画素信号である $G(x, y-1)$ と $G(x, y+1)$ の相加平均が、対象画素の G 信号 g として求められる。ステップ 1 0 2 または 1 0 3 の実行により、G 補間処理ルーチンは終了する。

【 0 0 2 4 】

このように G 補間処理ルーチンでは、第 1 および第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する 4 つの G 信号において、差の小さい方の組の 2 つの G 信号の平均値が対象画素の G 信号として求められる。第 1 および第 4 パターンに属する画像の全ての画素に対して G 補間処理ルーチンが実行され

ると、1つの画像を構成する全画素におけるG信号が求められたことになる。

【0025】

図5はR/B補間処理ルーチンのフローチャートである。R/B補間処理ルーチンでは、第2および第3パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

【0026】

ステップ201では対象画素が第2パターンに属する画像に含まれるか否かが判定される。対象画素が第2パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち対象画素が画素マトリクスM1（図2）の右上のG信号であるとき、ステップ202が実行される。これに対して対象画素が第2パターンに含まれないとき、すなわち第3パターンに含まれ、画素マトリクスM1（図2）の左下のG信号であるとき、ステップ203が実行される。

【0027】

ステップ202では、対象画素の左右に隣接する画素信号（第1パターンの画像）である $R(x-1, y)$ と $R(x+1, y)$ の相加平均が対象画素のR信号 r として求められる。また対象画素の上下に隣接する画素信号（第4パターンの画像）である $B(x, y-1)$ と $B(x, y+1)$ の相加平均が対象画素のB信号 b として求められる。

【0028】

ステップ203では、対象画素の上下に隣接する画素信号（第1パターンの画像）である $R(x, y-1)$ と $R(x, y+1)$ の相加平均が対象画素のR信号 r として求められる。また対象画素の左右に隣接する画素信号（第4パターンの画像）である $B(x-1, y)$ と $B(x+1, y)$ の相加平均が対象画素のB信号 b として求められる。

【0029】

ステップ202または203の実行によりR/B補間処理ルーチンは終了する。このようにR/B補間処理ルーチンでは、第2および第3パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する画素信号を補間することにより、対象画素のRおよびB信号が求められる。G補間処理ルーチン（図4）が完了し、かつ第2および第3パターンに属する画像の全ての画素に対してR/B補間処理ルーチンが実行されると、図6から理解されるように、1つの画像を構成する全画素におけるG信号が求められ、また第2および第3パターンに属する画像の

各画素に関してR信号 r とB信号 b が求められたことになる。すなわち第1パターンに属する画像に関しては、B信号がまだ求められておらず、また第4パターンに属する画像に関しては、R信号がまだ求められていない。

【0030】

図7および図8は、第1パターンに属する画像の各画素に関してB信号を求めるB補間処理ルーチンのフローチャートである。

【0031】

ステップ301では、対象画素の左側に隣接する画素のG信号である $G(x-1, y)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値が、対象画素の右側に隣接する画素のG信号である $G(x+1, y)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。換言すれば、対象画素の左右に隣接するいずれの画素のG信号が対象画素のG信号に近い値を有するか否かが判定される。左側の画素のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ302において、パラメータ p が-1に定められる。これに対し、右側の画素のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ303において、パラメータ p が1に定められる。

【0032】

ステップ304では、対象画素の上側に隣接する画素のG信号である $G(x, y-1)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値が、対象画素の下側に隣接する画素のG信号である $G(x, y+1)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。すなわち対象画素の上下に隣接するいずれの画素のG信号が対象画素のG信号に近い値を有するか否かが判定される。上側のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ305において、パラメータ q が-1に定められる。これに対し、下側のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ306において、パラメータ q が1に定められる。

【0033】

ステップ307では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、G信号の大きさが比較される。対

象画素の左側の画素のG信号が右側の画素のG信号よりも対象画素のG信号に近く、かつ対象画素の上側の画素のG信号が下側の画素のG信号よりも対象画素のG信号に近いとき、パラメータ p , q はともに -1 であり、 $G(x-1,y)$ と $G(x,y)$ との差の絶対値が、 $G(x,y-1)$ と $G(x,y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。左側のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ 308 において、パラメータ s が p すなわち -1 に定められる。これに対し、上側のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ 309 においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち -2 に定められる。

【0034】

パラメータ p , q がともに 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ -1 , 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ 1 , -1 であるときも同様にしてステップ 307、308.または309が実行される。このようにしてB補間処理ルーチンでは、対象画素のG信号に関し、第2および第3パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素のG信号の値が検討され、左側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は -1 に、右側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は 1 に、上側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は -2 に、下側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は 2 に、それぞれ定められる。

【0035】

この明細書では、4つの隣接する画素において、対象画素のG信号に最も近いG信号を有する画素を類似画素と呼ぶ。類似画素は、輝度値が対象画素の輝度値に最も近いものが好ましいが、対象画素の輝度値が未知であるため、G信号を用いて輝度値を判定し、類似画素を抽出している。

【0036】

ステップ 310 ではパラメータ s が -1 であるか否か、すなわち類似画素が対象画素の左側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ s が -1 であるとき、ステップ 311 が実行され、類似画素の R , G , B 信号である $R(x-1,y)$, $G(x-1,y)$, $B(x-1,y)$ を用いて、色差信号 C_b , C_r が求められる。

【0037】

色差信号 C_b , C_r はそれぞれ (5) 式および (6) 式に従って演算される。

$$C_b = -0.169 \times R(x-1, y) - 0.331 \times G(x-1, y) + 0.5 \times B(x-1, y) \quad (5)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x-1, y) - 0.419 \times G(x-1, y) - 0.081 \times B(x-1, y) \quad (6)$$

(5) 式と (6) 式は従来公知である。

【0038】

ステップ 3 1 2 では、対象画素の B 信号 b が (7) 式に従って演算され、B 補間処理ルーチンは終了する。

$$b = 1.293 \times R(x, y) + 2.293 \times C_b - 1.812 \times C_r \quad (7)$$

(7) 式において、 $R(x, y)$ は対象画素の R 信号である。

【0039】

このように本実施形態では、対象画素の色差信号 C_b , C_r は類似画素の色差信号 C_b , C_r にそれぞれ等しいと仮定して対象画素の B 信号を求めている。

【0040】

ステップ 3 1 0 においてパラメータ s が -1 ではないと判定されたとき、ステップ 3 1 3 へ進み、パラメータ s が 1 であるか否かが判定され、類似画素が対象画素の右側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ s が 1 であるとき、ステップ 3 1 4 が実行され、類似画素の R, G, B 信号を用いて、色差信号 C_b , C_r が求められる。

【0041】

色差信号 C_b , C_r はそれぞれ (5 a) 式および (6 a) 式に従って演算される。

$$C_b = -0.169 \times R(x+1, y) - 0.331 \times G(x+1, y) + 0.5 \times B(x+1, y) \quad (5 a)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x+1, y) - 0.419 \times G(x+1, y) - 0.081 \times B(x+1, y) \quad (6 a)$$

【0042】

次いでステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の B 信号が (7) 式に従って演算され、B 補間処理ルーチンは終了する。

【0043】

ステップ 3 1 3 においてパラメータ s が 1 ではないと判定されたとき、ステップ 3 1 5 へ進み、パラメータ s が -2 であるか否かが判定され、類似画素が対象

画素の上側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ s が -2 であるとき、ステップ 3 1 6 が実行され、類似画素の R 、 G 、 B 信号を用いて色差信号 C_b 、 C_r が求められる。

【0044】

色差信号 C_b 、 C_r はそれぞれ (5 b) 式および (6 b) 式に従って演算される。

$$C_b = -0.169 \times R(x, y-1) - 0.331 \times G(x, y-1) + 0.5 \times B(x, y-1) \quad (5 b)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y-1) - 0.419 \times G(x, y-1) - 0.081 \times B(x, y-1) \quad (6 b)$$

【0045】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の B 信号が (7) 式に従って演算され、 B 補間処理ルーチンは終了する。

【0046】

ステップ 3 1 5 においてパラメータ s が -2 ではないと判定されたとき、パラメータ s は 2 である、すなわち類似画素が対象画素の下側に隣接する画素であるとして見做され、ステップ 3 1 7 において、類似画素の R 、 G 、 B 信号を用いて色差信号 C_b 、 C_r が求められる。

【0047】

色差信号 C_b 、 C_r はそれぞれ (5 c) 式および (6 c) 式に従って演算される。

$$C_b = -0.169 \times R(x, y+1) - 0.331 \times G(x, y+1) + 0.5 \times B(x, y+1) \quad (5 c)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y+1) - 0.419 \times G(x, y+1) - 0.081 \times B(x, y+1) \quad (6 c)$$

【0048】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4、3 1 6 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の B 信号が (7) 式に従って演算され、 B 補間処理ルーチンは終了する。

【0049】

B 補間処理ルーチンは、第 1 パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。 G 補間処理ルーチン (図 4)、 R/B 補間処理ルーチン (図 5) および

B補間処理ルーチン（図7及び図8）が完了した時点において、第1、第2および第3パターンに属する画像に関して、R、G、B信号が求められており、第4パターンに属する画像におけるR信号はまだ決定されていない。

【0050】

第4パターンの画像のR信号は、R補間処理ルーチンにより求められる。図9はR補間処理ルーチンのフローチャートの後半部分を示している。なおR補間処理ルーチンの前半部分は図7に示すB補間処理ルーチンと同じであるので、図示を省略する。

【0051】

ステップ410、411、413～417の処理内容はステップ310、311、313～317（図8）と同じである。

【0052】

ステップ412では、対象画素のR信号 r が（8）式に従って演算される。

$$r = 0.773 \times B(x, y) - 1.773 \times C_b + 1.401 \times C_r \quad (8)$$

【0053】

R補間処理ルーチンは、第4パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。

【0054】

このようにR補間処理ルーチンでは、B補間処理ルーチンと同様に、対象画素の色差信号 C_b 、 C_r は類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に等しいと仮定して対象画素のR信号を求めている。

【0055】

以上のように本実施形態では、特にB補間処理ルーチン（図7および図8）とR補間処理ルーチン（図9）において、対象画素に関して、その左右および上下に位置する画素から輝度値が最も近いものを類似画素として抽出し、補間処理を行っている。この補間処理において、2つの画素における輝度値が近いほど色の相関が強いため、対象画素の色差信号を類似画素の色差信号とすることにより、実際の色により近い画素信号を得ることができる。したがって本実施形態によれば、再生画像における色にじみを減少させることができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 および図 1 1 を参照して第 2 実施形態を説明する。図 1 0 は、第 1 パターンに属する画像の各画素に関して B 信号を求める B 補間処理ルーチンの前半部分を示し、図 1 1 は、第 4 パターンに属する画像の各画素に関して R 信号を求める R 補間処理ルーチンの前半部分を示している。その他の構成は第 1 実施形態と同じであるので省略する。

【 0 0 5 7 】

ステップ 5 0 1 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (9) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & | 0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x-1, y) - R(x, y)) | < \\ & | 0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+1, y) - R(x, y)) | \quad (9) \end{aligned}$$

不等式 (9) が真であるとき、すなわち左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 5 0 2 において、パラメータ p が - 1 に定められる。これに対し、不等式 (9) が偽であるとき、すなわち右側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 5 0 3 において、パラメータ p が 1 に定められる。

【 0 0 5 8 】

ステップ 5 0 4 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (1 0) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & | 0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y-1) - R(x, y)) | < \\ & | 0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+1) - R(x, y)) | \quad (10) \end{aligned}$$

不等式 (1 0) が真であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 5 0 5 において、パラメータ q が - 1 に定められる。これに対し、不等式 (1 0) が偽であるとき、すなわち下側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 5 0 6 において、パラメータ q が 1 に定められる。

【 0 0 5 9 】

ステップ 5 0 7 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (1 1) に従って輝度値が

比較される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+p, y) - R(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+q) - R(x, y))| \quad (11) \end{aligned}$$

パラメータ p , q がともに -1 であり、かつ不等式 (11) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 508 においてパラメータ s が p すなわち -1 に定められる。これに対し、不等式 (11) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 509 においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち -2 に定められる。

【0060】

パラメータ p , q がともに 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ -1 , 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ 1 , -1 であるときも同様にしてステップ 507、508 または 509 が実行される。このようにして B 補間処理ルーチンでは、対象画素の G 信号および R 信号と、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の G 信号および R 信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -1 に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 1 に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -2 に、下側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 2 に、それぞれ定められる。

【0061】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図 8 に示されるフローチャートと同じ処理によって、類似画素の R, G, B 信号を用いて、色差信号 C_b , C_r が求められ、対象画素の B 信号が求められる。

【0062】

R 補間処理ルーチン (図 11) では、第 4 パターンの画像の R 信号が求められる。ステップ 601 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (12) が成立するか否かが判定される。

$$|0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x-1, y) - B(x, y))| <$$

$$|0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+1, y) - B(x, y))| \quad (12)$$

不等式 (12) が真であるときは、ステップ 602 においてパラメータ p が -1 に定められ、不等式 (12) が偽であるときは、ステップ 603 においてパラメータ p が 1 に定められる。

【0063】

ステップ 604 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (13) が成立するか否かが判定される。

$$|0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y-1) - B(x, y))| <$$

$$|0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+1) - B(x, y))| \quad (13)$$

不等式 (13) が真であるときは、ステップ 605 においてパラメータ q が -1 に定められ、不等式 (13) が偽であるときは、ステップ 606 においてパラメータ q が 1 に定められる。

【0064】

ステップ 607 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (14) に従って輝度値が比較される。

$$|0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+p, y) - B(x, y))| <$$

$$|0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+q) - B(x, y))| \quad (14)$$

パラメータ p , q がともに -1 であり、かつ不等式 (14) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 608 においてパラメータ s が p すなわち -1 に定められる。これに対し、不等式 (14) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 609 においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち -2 に定められる。

【0065】

パラメータ p , q がともに 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ -1, 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ 1, -1 であるときも同様にしてステップ 607、608 または 609 が実行される。このようにして R 補間処理ルーチンでは、対象画素の G 信号および B 信号と、第 2 および第 3 パターンに属す

る画像に含まれる、隣接する画素のG信号およびB信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータsは-1に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータsは1に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータsは-2に、下側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータsは2に、それぞれ定められる。

【0066】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図9に示されるフローチャートと同じ処理によって、類似画素のR、G、B信号を用いて、色差信号Cb、Crが求められ、対象画素のR信号が求められる。

【0067】

以上のように本実施形態では、B補間処理ルーチン（図10）とR補間処理ルーチン（図11）において、輝度値としてG信号およびR信号あるいはB信号を用いているので、色差信号をより正確に検討することができる。したがって、再生画像における色にじみを、第1実施形態よりも減少させることができる。

【0068】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラの概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】

カラーフィルタにおけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部において抽出される各パターンに属する画像の画素信号とを示す図である。

【図3】

1つの画像を構成する画素の座標と色を示す図である。

【図4】

G補間処理ルーチンのフローチャートである。

【図 5】

R／B補間処理ルーチンのフローチャートである。

【図 6】

G補間処理ルーチンとR／B補間処理ルーチンが実行されたことによって求められた画素信号を示す図である。

【図 7】

B補間処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 8】

B補間処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 9】

R補間処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 1 0】

第 2 実施形態における B 補間処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 1 1】

第 2 実施形態における R 補間処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

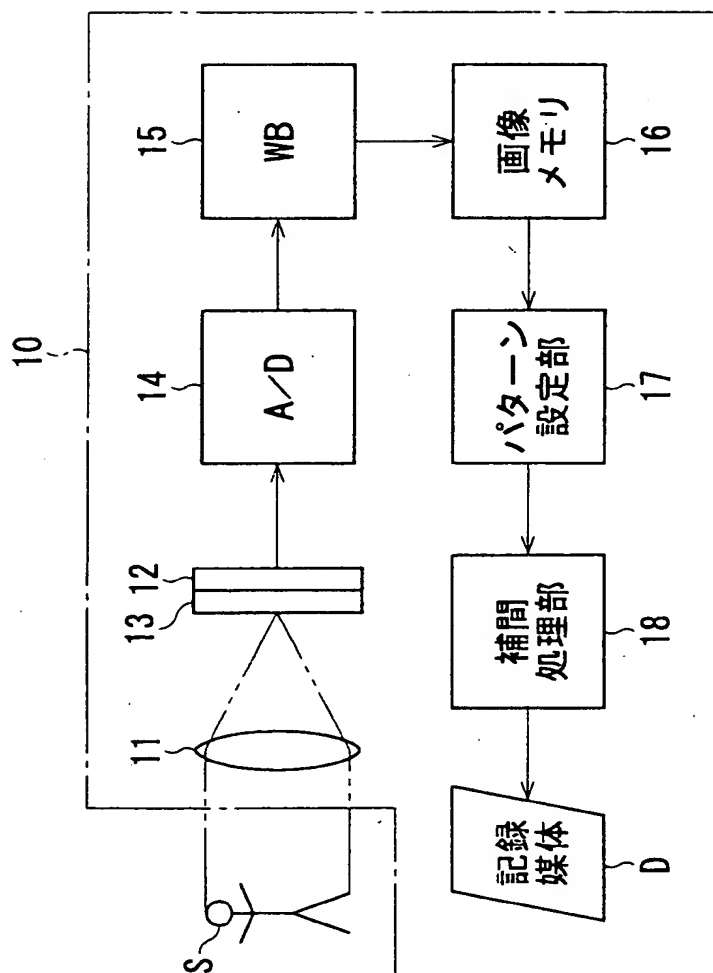
【符号の説明】

- 1 2 撮像素子
- 1 3 カラーフィルタ

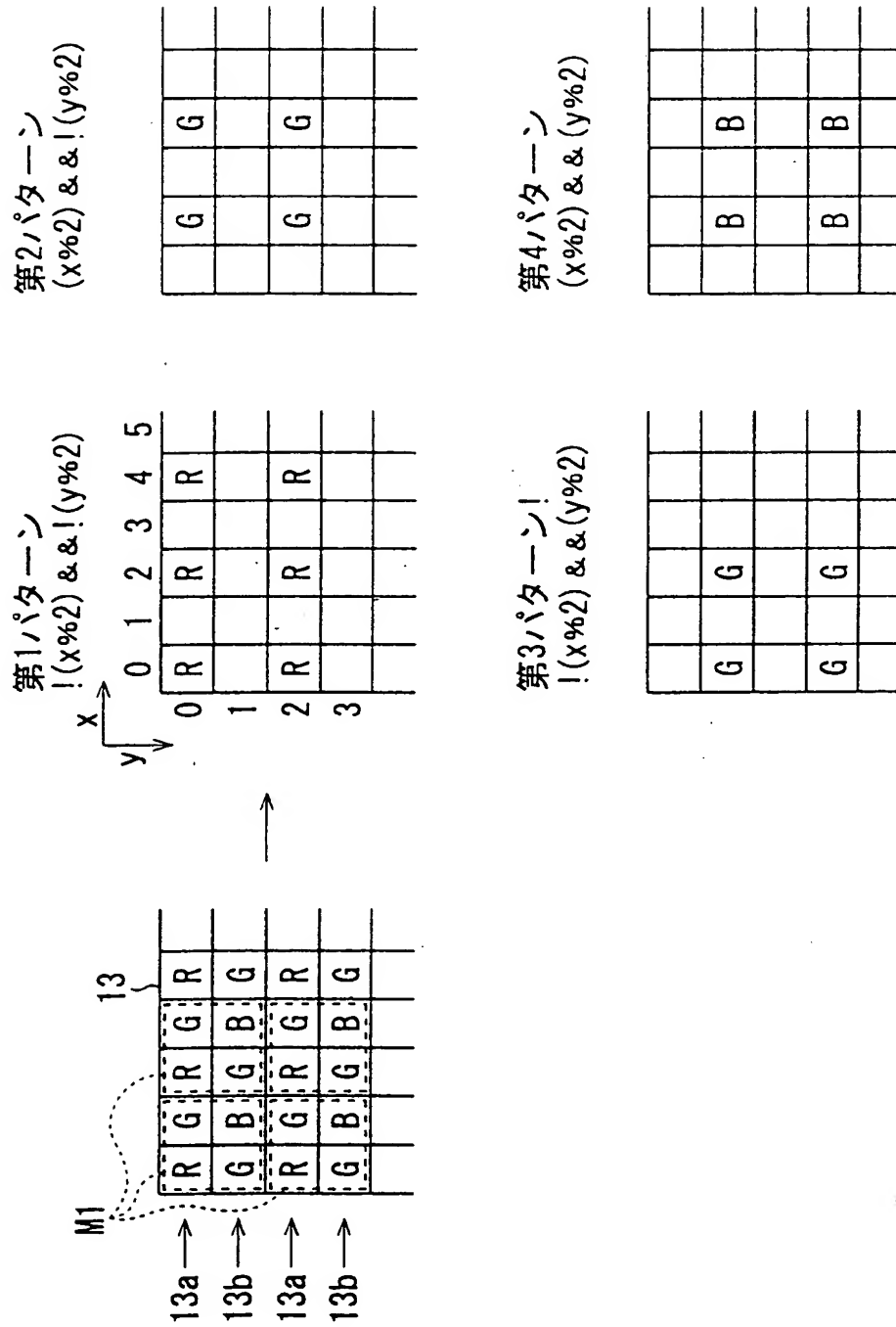
【書類名】

図面

【図 1】



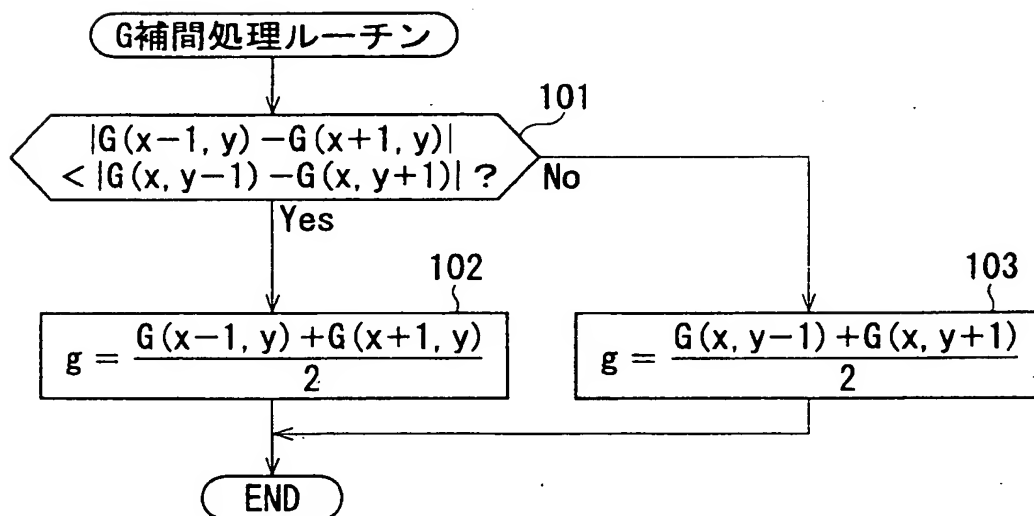
【図 2】



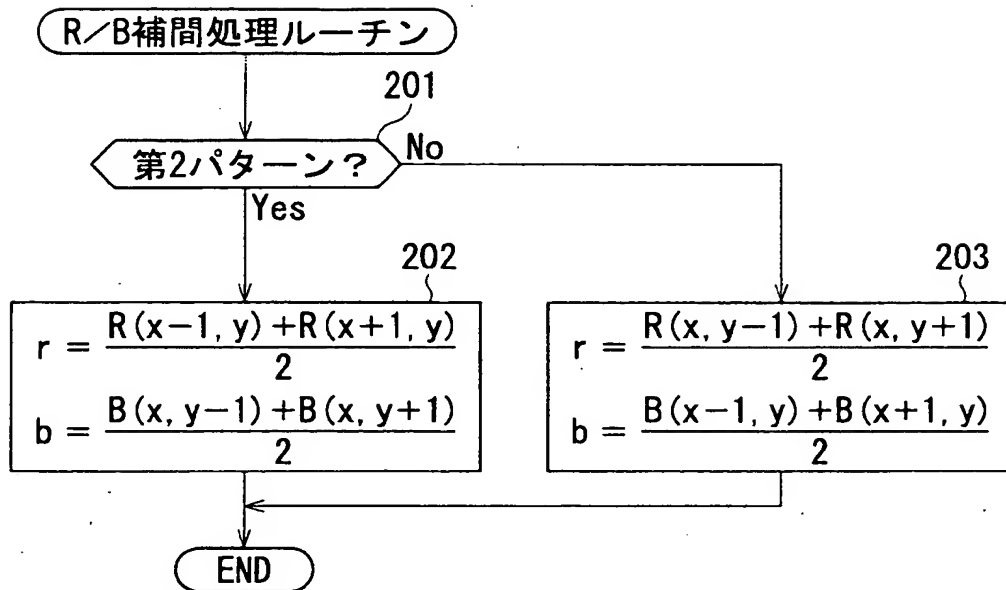
【図 3】

R(0, 0)	G(1, 0)	R(2, 0)	G(3, 0)	R(4, 0)	
G(0, 1)	B(1, 1)	G(2, 1)	B(3, 1)	G(4, 1)	
R(0, 2)	G(1, 2)	R(2, 2)	G(3, 2)	R(4, 2)	
G(0, 3)	B(1, 3)	G(2, 3)	B(3, 3)	G(4, 3)	
R(0, 4)	G(1, 4)	R(2, 4)	G(3, 4)	R(4, 4)	

【図 4】



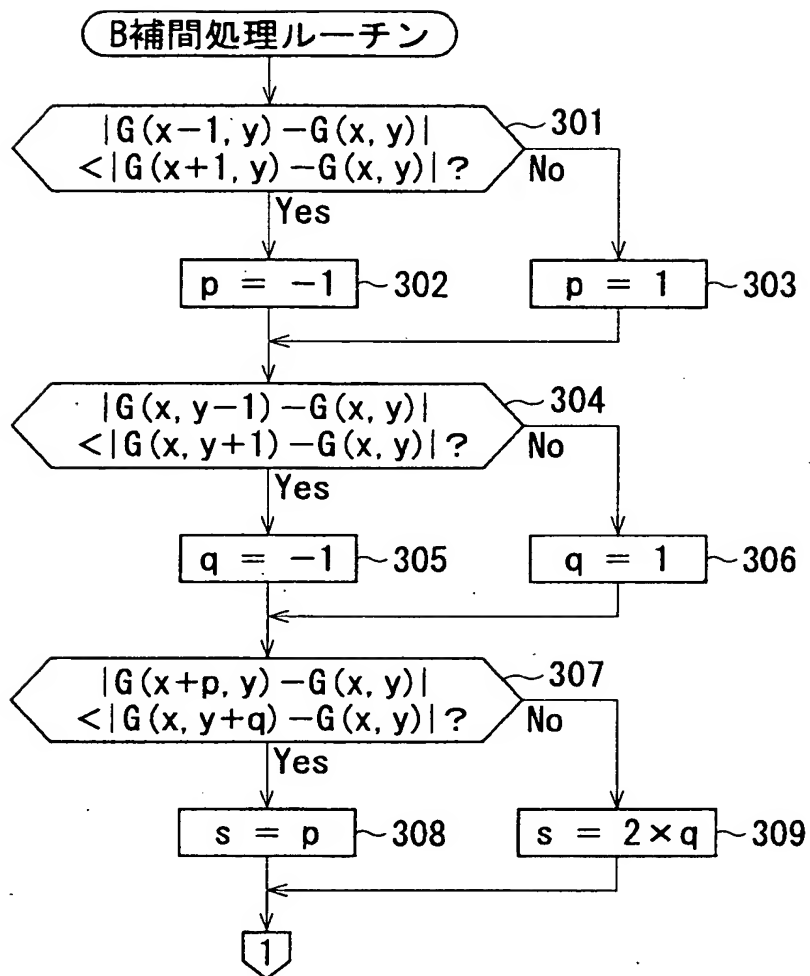
【図 5】



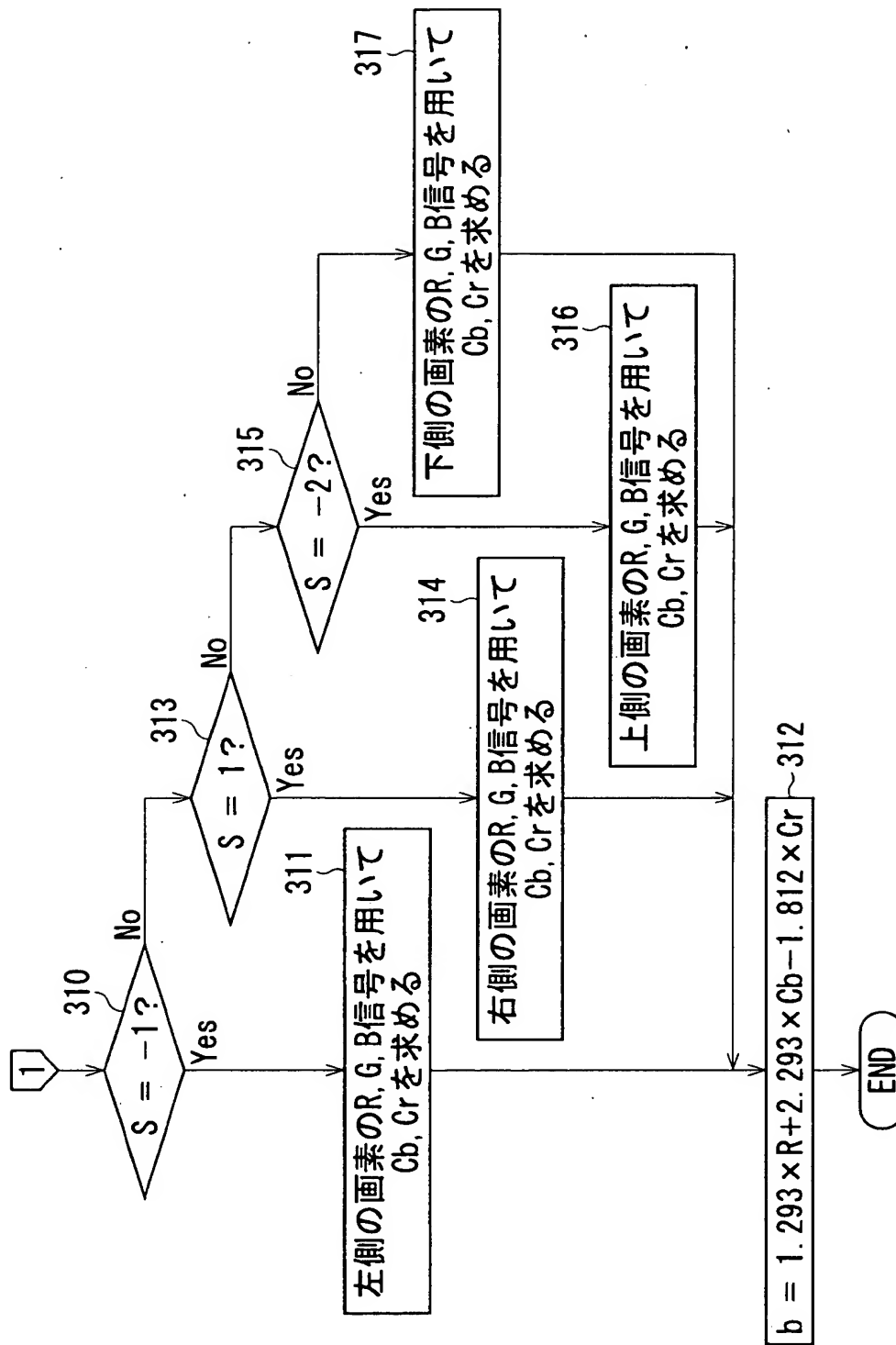
【図 6】

R(0, 0) g	G(1, 0) r, b	R(2, 0) g	G(3, 0) r, b	R(4, 0) g	
G(0, 1) r, b	B(1, 1) g	G(2, 1) r, b	B(3, 1) g	G(4, 1) r, b	
R(0, 2) g	G(1, 2) r, b	R(2, 2) g	G(3, 2) r, b	R(4, 2) g	
G(0, 3) r, b	B(1, 3) g	G(2, 3) r, b	B(3, 3) g	G(4, 3) r, b	
R(0, 4) g	G(1, 4) r, b	R(2, 4) g	G(3, 4) r, b	R(4, 4) g	

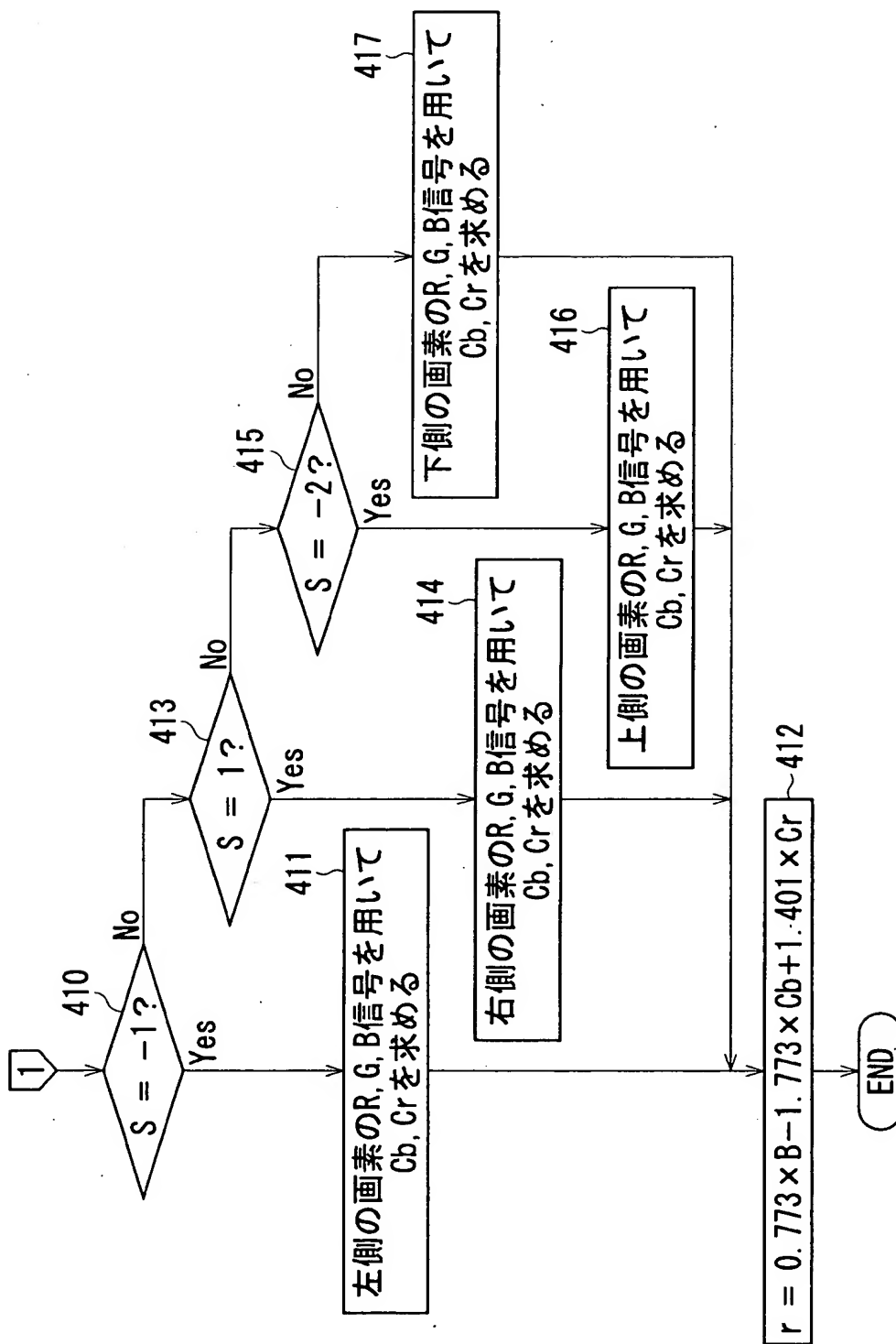
【図 7】



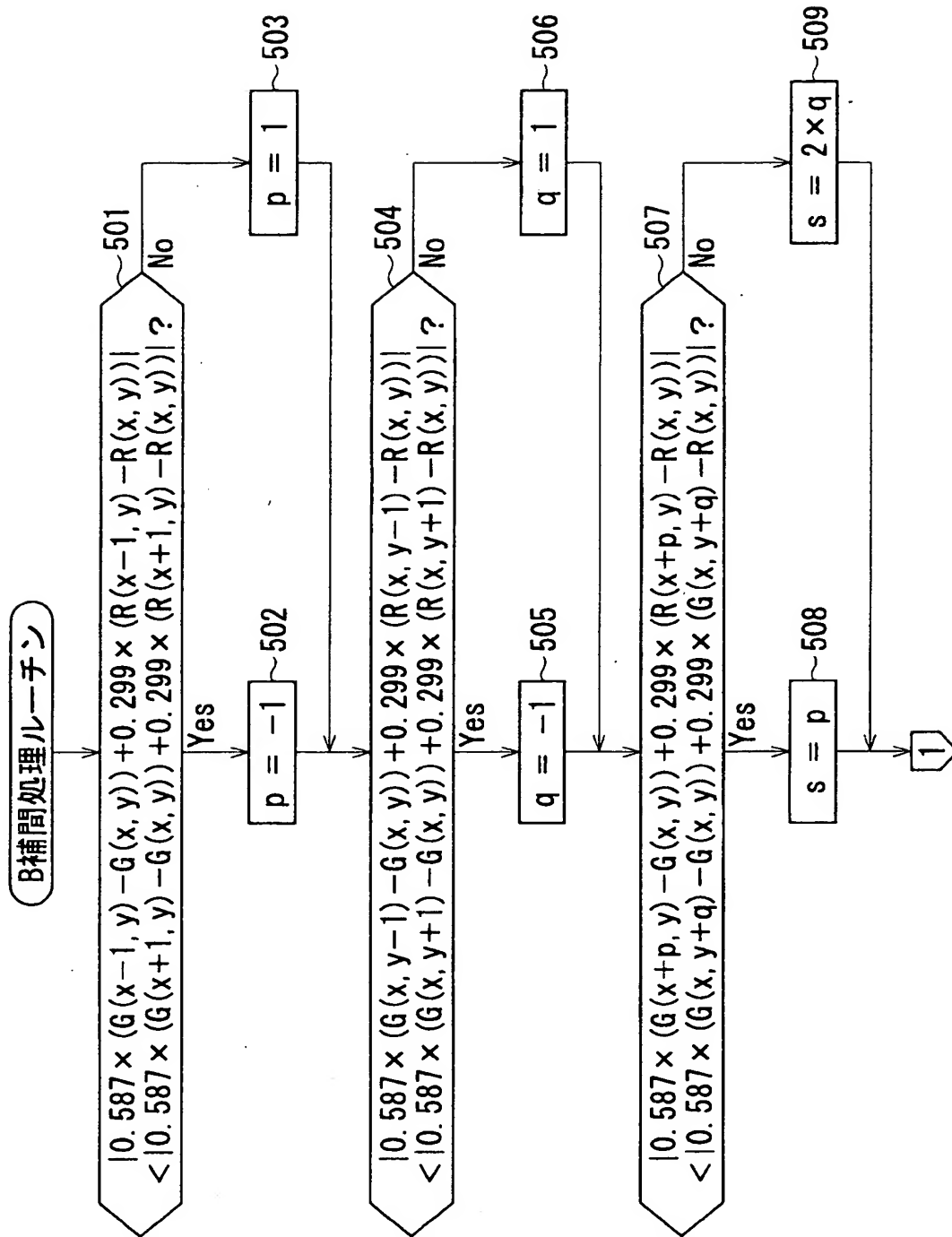
【図 8】



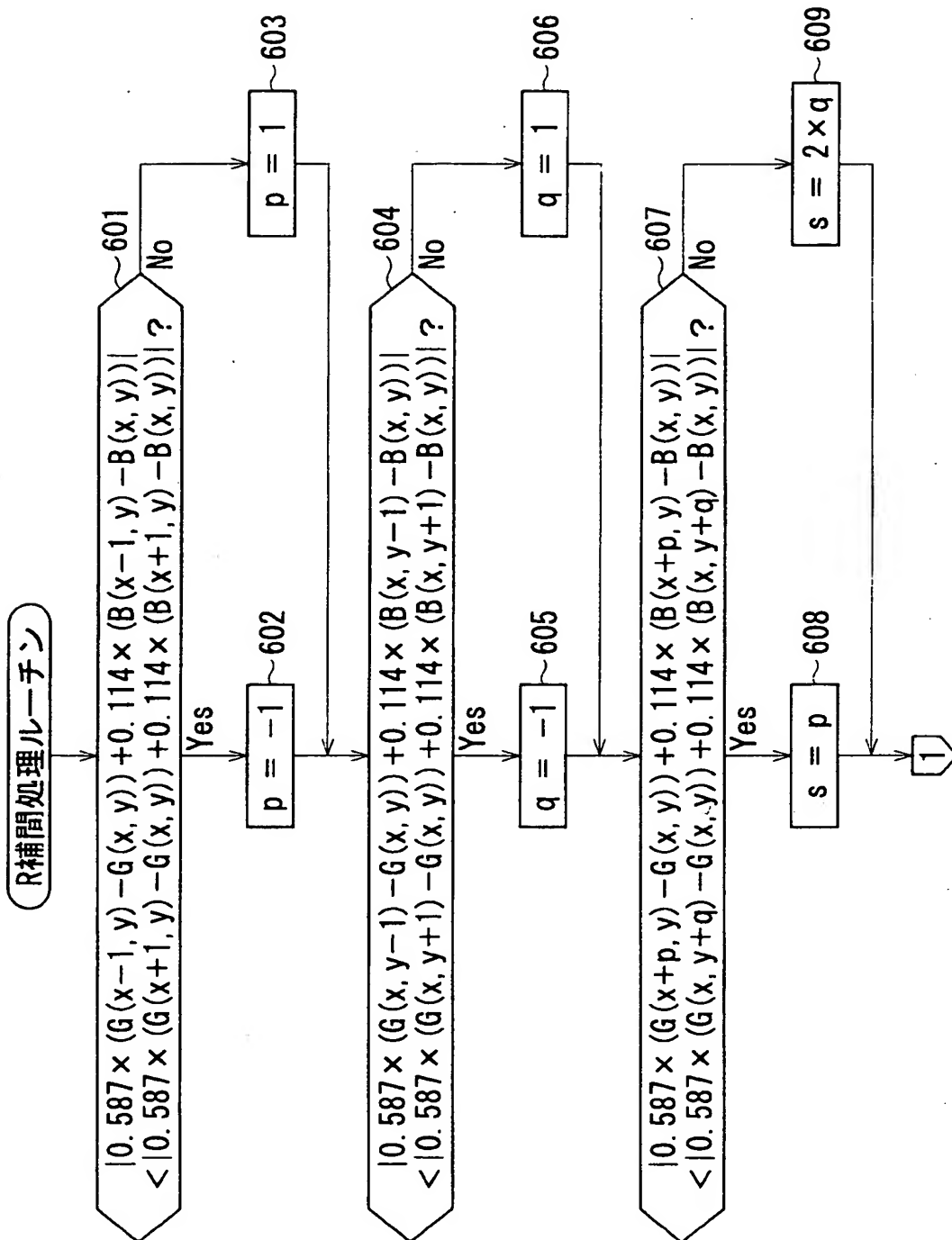
【図 9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させる。

【解決手段】 補間処理により画素信号を得ようとしている対象画素の左右および上下に隣接する画素のG信号と対象画素のG信号との差を比較する（ステップ310, 313, 315）。左側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いとき、左側の画素に関し、R, G, B信号を用いて、色差信号C_b, C_rを求める（ステップ311）。その色差信号C_b, C_rと対象画素のR信号とを用いて対象画素のB信号bを求める（ステップ312）。右側、上側、下側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いときは、それぞれ右側、上側、下側の画素信号を用いる。

【選択図】 図8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号
氏 名	旭光学工業株式会社